

УДК 691.58.688.3

Л.Н.ШУТЕНКО, д-р техн. наук, М.С.ЗОЛОТОВ, профессор,
В.А.СКЛЯРОВ, С.М.ЗОЛОТОВ, кандидаты техн. наук
Харьковская национальная академия городского хозяйства
С.С.ПИЛИГРАММ, профессор
ГКП «Харьвовкоммуночиствод»

КРЕПЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ КОММУНАЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ БОЛТАМИ НА АКРИЛОВЫХ КЛЕЯХ

Приводятся результаты внедрения технологии установки анкерных болтов на акриловых клеях при креплении технологического оборудования цеха механического обезвоживания осадков Безлюдовского комплекса биологической очистки бытовых отходов ГКП «Харьвовкоммуночиствод».

Работы по монтажу и установке оборудования на возводимых и готовых фундаментах проводятся при строительстве, эксплуатации и реконструкции различных предприятий, в том числе коммунального хозяйства. Поэтому важное значение имеет использование рациональных методов крепления технологического оборудования к фундаментам и другим строительным конструкциям.

От способов производства, выверки и закрепления анкерных болтов зависят темпы и стоимость монтажных работ, поскольку трудоемкость этих операций составляет до 30-40% общей трудоемкости механо-монтажных работ. Высоту фундамента для многих видов оборудования часто определяют по длине заделки анкерных болтов, что приводит к перерасходу бетона и стали.

Болты, устанавливаемые на готовых фундаментах, подразделяют на две группы [1, 2].

К первой группе относятся шанцевые болты. Это глухие болты, устанавливаемые в шанцы с последующей заливкой цементным раствором высокой марки, и съемные болты без последующей заливки. Недостатками болтов этой группы являются высокая трудоемкость устройства шанцевых колодцев, необходимость установки болтов до монтажа оборудования, большая неточность установки, а также значительный промежуток времени (4-28 суток) от установки до затяжки болтов и приложения к ним нагрузок.

Ко второй группе принадлежат болты, устанавливаемые в скважины, образованные после бетонирования фундамента. Они могут быть глухими, закрепляемыми какими-либо материалами, и съемными, т.е. самоанкерующимися. Съемные самоанкерующиеся болты всех типов можно эксплуатировать сразу после установки и затяжки. Кроме того, их можно извлекать из конструкции и повторно использовать.

Основными их недостатками являются высокая трудоемкость, сложность и дороговизна изготовления. Для установки съемных болтов нужно бурить или сверлить скважины высокой точности. Допустимые отклонения по диаметру болта составляют 0,5-2 мм.

Этих недостатков лишены глухие болты, устанавливаемые в скважины, пробуренные в конструкциях и закрепляемые цементно-песчаными смесями или синтетическими клеями.

При установке болтов с помощью жесткой цементно-песчаной смеси, т.е. способом виброзачеканки следует учитывать вредность работы с виброуплотняющим устройством. Недостатком этого способа является также многокомпонентность смеси, сложность и ненадежность ее приготовления, необходимость использования механизма для уплотнения смеси в скважине, вредность работы с виброуплотняющим устройством.

Опыт анкероустановочных работ показывает, что наиболее технологичными являются способы крепления оборудования с помощью глухих фундаментных болтов, заделываемых с помощью полимерных клеев (эпоксидных, силоксановых и др.). Как свидетельствуют исследования [1-4], наиболее технологичным является способ установки болтов с использованием акриловых клеев.

При всем разнообразии применения полимерных клеев в практике современного строительства для быстрого и качественного соединения строительных конструкций, анкерного и безанкерного крепления оборудования на основании исследований, проведенных в Харьковской национальной академии городского хозяйства, рекомендуем применять акриловый клей [3-5], включающий акриловую композицию, состоящую из полимерного порошка и жидкообразного отвердителя (мономера), наполнителя (кварцевого песка) и в необходимых случаях модифицирующих добавок [3, 6, 7]. По адгезионным и когезионным свойствам акриловый клей не уступает другим полимерным клеям, а по технологическим значительно превосходит их. Он малокомпонентен, прост и надежен в приготовлении, имеет сравнительно невысокую стоимость, обладает высокими технологическими свойствами, к которым относятся способ приготовления, наполняемость, вязкость, жизнеспособность, время отверждения. Приготовление клея начинается со смешивания компонентов акрилового полимера (порошка) и отвердителя (жидкости) и сопровождается набуханием акриловой смеси. Процесс набухания представляет собой увеличение объема полимера. Запешанная акриловая пластмасса при набухании проходит стадии смачивания полимерных частиц мономеров без внутренней пропитки, набухания полимерных частиц на поверхности и частичное их растворе-

ние в мономере (масса становится липкой), дальнейшей диффузии мономера внутрь частиц, в результате чего снижается количество свободного мономера (масса теряет липкость).

В процессе набухания изменяется вязкость смеси, в результате чего она становится сметанообразной. В момент смешивания полимера с отвердителем (мономером) вязкость смеси составляет 64 см по вискозиметру Суттарда; после набухания она приобретает сметанообразное состояние и уменьшается до 39 см. В этот момент в смесь вводят наполнитель (кварцевый песок) [7].

Время набухания значительно изменяется с увеличением количества мономера в смеси, поэтому его можно регулировать. Набухание смесей, содержащих мономер в количестве от 60 до 120 частей по массе, происходит интенсивно в течение всего процесса. Введение мономера более 120 частей по массе замедляет процесс набухания. Кинетика его зависит и от температуры окружающей среды, с увеличением которой от 0 до 25 °С время набухания возрастает более чем в 20 раз, а наиболее интенсивно повышается при уменьшении температуры окружающей среды ниже 15 °С.

Одно из важнейших технологических свойств клеев – их жизнеспособность. Различают полную и технологическую (рабочую) жизнеспособность, зависящую главным образом от состава акриловой пластмассы, смеси и температуры. Отверждение акриловой пластмассы происходит самопроизвольно при положительной температуре за счет полимеризации мономера.

Реакция полимеризации протекает по месту разрыва двойных связей углерода с углеродом. Инициирование реакции полимеризации акриловой композиции осуществляется введением веществ, способных легко распадаться с образованием свободных радикалов. В качестве инициатора применяют перекись бензоила, при распаде которого образуются два свободных радикала. Бензоил вводят в порошок на заводе-изготовителе в количестве 1%. Распад инициаторов на свободные радикалы при низких температурах без подогрева обеспечивает третичный аминдиметиланилин, который растворяется на заводе-изготовителе в мономере в количестве 3%. Инициирование полимеризационного процесса осуществляется действием окислительно-восстановительных систем на реакцию полимеризации. Окислителем в системе служит бензоил, а восстановителем диметиланилин.

Замена двойной насыщенной связи углерода с углеродом одинарной связи сопровождается заметным выделением энергии, что приводит к значительной экзотермической теплоте, что ускоряет процесс полимеризации. Акриловый клей полимеризуется без выделения по-

бочных веществ, что улучшает качество клеевого шва и не влияет на его прочность.

В связи с тем, что клей может применяться при различных температурах среды, были проведены эксперименты по определению влияния состава акриловой композиции на время отверждения клея. Они показали следующее. Количество мономера в акриловом клее не оказывает значительного влияния на время его отверждения. Значительное влияние оказывает температура окружающей среды. Так, при температуре окружающей среды от 21 °С и выше время отверждения составляет до 6 ч, от 16 до 20 °С – 10 ч, от 11 до 15 °С – до 12 ч и от 0 до 10 °С – до 24 ч.

Для удешевления клея в акриловую композицию вводят наполнитель. В качестве наполнителя, как указывалось выше, в акриловых клеях в основном используют кварцевый песок. Наполняемость клея зависит от крупности зерен песка. Она возрастает от 300 до 800 масс-частей с увеличением размеров зерен кварцевого песка от 0,14 до 0,63 мм [7].

Экспериментами установлена оптимальная вязкость акрилового клея, что позволяет заливать его в скважины до установки анкера, а также в пространство между стенками скважины и анкером. Она составляет по вискозиметру Суттарда около 24 см и не зависит от температуры окружающей среды.

Выполненными нами исследованиями определены механические характеристики акрилового клея (прочность при сжатии $R_{сж}$ = 60–80 МПа, растяжении $R_{раст}$ = 13–15 МПа, срезе $R_{среза}$ = 21–30 МПа). Установлено также, что он имеет хорошую водо-, масло-, морозо- и атмосферостойкость. При длительном воздействии воды снижение его прочности произошло не более чем на 21,1%. а при циклическом замораживании – не более чем на 12,8%. Термостойкость этого клея составляет 80 °С [3, 4, 6, 7].

Вместе с тем повышение адгезионной прочности акриловых клеев, а также прочности их на срез позволит уменьшить глубину заделки в бетон анкерных болтов. В этом случае достигается значительная экономия трудовых затрат, металла и других материалов. Важное значение имеет более высокая термостойкость акриловых клеев, так как на узлы крепления в некоторых случаях воздействуют высокие температуры.

Исходя из сказанного, путем модификации различными добавками получены составы акрилового клея повышенной адгезионной прочности и термостойкости [6, 7–11].

Установлено, что, модифицируя акриловый клей некоторыми добавками, можно повысить его физико-механические и физико-химические характеристики.

Анализ результатов исследований когезионной прочности различных составов модифицированных акриловых клеев свидетельствует, что они имеют более высокие прочностные характеристики. Установлено, что добавка окиси цинка в небольшом количестве увеличивает прочность акрилового клея при изгибе на 23% ($R_{сж} = 98,61$ МПа), при срезе – на 37% ($R_{среза} = 33,78$ МПа), а сочетание добавки окиси цинка с метакриловой кислотой приводит к увеличению прочности на 31% ($R_{сж} = 97,43$ МПа, $R_{среза} = 32,64$ МПа) [8-11].

Эксперименты по определению прочности анкерных соединений в случае заделки в бетон анкерных болтов для крепления строительных конструкций акриловыми клеями различных составов показали следующее. В случае заделки в бетон гладких анкерных болтов акриловыми клеями без модифицирующих добавок прочность их определяется прочностью бетона при его заделке в бетон на глубину $l_{анк} = 15d_s$, где d_s – диаметр анкерного болта. Разрушения такого анкерного соединения происходило по металлу болта [3]. При глубине заделки в бетон на глубину $l_{анк} = 10d_s$ разрушение анкерного соединения происходило по контакту клей-анкер при напряжениях в болте, равных пределу текучести. Такая глубина заделки достаточна для крепления технологического оборудования.

Применение модифицирующих добавок обеспечивает такую же прочность при глубине заделки $l_{анк} = 8d_s$. При этом смещения незагруженного конца анкерного болта возрастают почти на 15%. Эти смещения в момент разрушения анкерного болта составляют в первом случае 0,040 мм, а во втором – 0,060 мм [9, 11-13].

Изучение прочности указанных анкерных соединений в случае длительно действующего выдергивающего усилия на стержни показало, что эти соединения обеспечивают надежное закрепление анкеров в бетоне. При экспериментальных исследованиях указанное выдергивающее усилие согласно существующим положениям составляло 90% от прочности анкерных стержней [13]. Исследования ползучести клеевого слоя показали, что они зависят от геометрии анкерного соединения и модуля упругости акрилового клея. Предельная величина сдвиговых деформаций клеевого слоя для анкерных болтов составила 0,158 мм. При экспериментах длительное выдергивающее усилие со-

гласно существующему положению было на 30% больше расчетного [13].

Проведенные исследования позволили разработать технологию установки анкерных болтов в бетон с помощью акриловых клеев, которая включает три схемы: установка болтов до, после и одновременно с монтажом технологического оборудования. На рис.1 приведены эти схемы.

Схема I. На возведенном фундаменте (без предварительной установки болтов) монтируют и выверяют технологическое или станочное оборудование, или их опорные части. Через отверстия под болты в опорных частях оборудования с помощью механизированного инструмента в бетоне бурят скважины. В них вводят акриловый клей, а затем устанавливают фундаментные болты, изготовленные в виде прямых гладких стержней.

После отверждения акрилового клея осуществляют проектную затяжку болтов в соответствии с требованиями СНиП Ш.Г.10.8-65.П.3.11.

Схема II. Если образование скважины через опорную часть оборудования невозможно, болты устанавливают по указанной выше технологии, а места их расположения на готовых фундаментах определяют общепринятыми методами геодезической разбивки.

После отверждения акрилового клея производят монтаж оборудования и затяжку болтов.

Схема III. После образования скважин в бетоне монтируют и выверяют оборудование, затем через отверстия в опорных частях оборудования заводят болты и устанавливают в скважинах, после чего в скважину вводят акриловый клей.

Разработанная технология установки анкерных болтов на акриловых клеях была использована при креплении технологического оборудования цеха механического обезвоживания осадков Безлюдовского комплекса биологической очистки бытовых отходов ГКП «Харьков-коммуночиствод».

В комплекс технологического оборудования входит также группа насосов и маслостанции. Все указанное оборудование было установлено на поверхности пола второго этажа. Конструкция перекрытия этого этажа включала железобетонные плиты, подготовку под пол из бетона класса В10 толщиной 150 мм, стяжку из раствора марки М200 и покрытие пола из полимерраствора.

Установка анкерных болтов проводилась по первой схеме (рис.1). После монтажа и выверки технологического оборудования через отверстия в опорных их частях были просверлены скважины в бетоне.

Сверление скважин осуществлялось электрическими перфораторами BOSH. Диаметр скважин был на 2 мм больше диаметра анкерных болтов, а их глубина составляла $l_{скв} = 10d_s$.

После сверления скважины сжатым воздухом очищались от буровой мелочи и пыли. Затем в скважины заливался (рис.2) акриловый клей рекомендуемого состава [14] на 0,3 объема скважины. Согласно технологической схеме 1 (рис.1) в скважины затем устанавливались анкерные болты с шайбами и накрученными гайками (рис.3).



а



б

Рис.2 – Заливка в скважины акрилового клея



Рис.3 – Установка анкерного болта

Приготовление акрилового клея производилось у места крепления оборудования. Температура в помещении составляла 15 °С.

Общий вид узла крепления представлен на рис.4. Затяжка болтов производилась через 24 часа после отверждения акрилового клея на величину $0,9 R_s$ согласно строительным нормам.

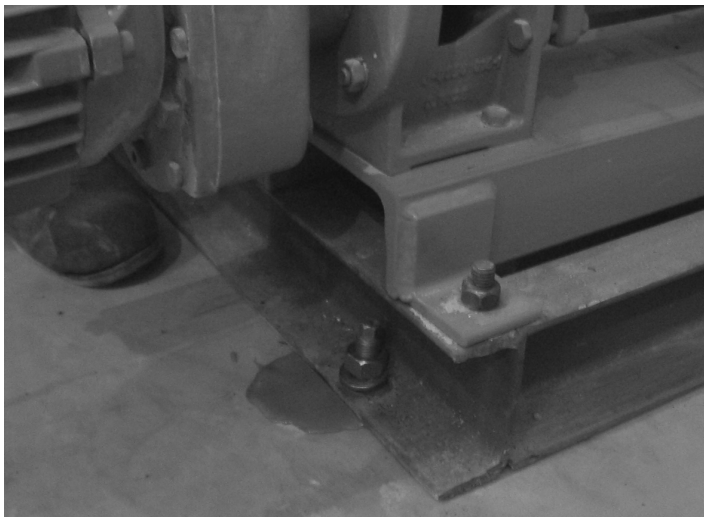


Рис.4 – Вид узла крепления оборудования

Натурное наблюдение за состоянием анкерных крепления показало, что применение анкерных болтов на акриловом клее для крепления технологического оборудования обеспечивает его надежное крепление. Для проверки долговечности анкерного крепления необходимо продолжить наблюдение за их состоянием.

1.Шутенко Л.Н., Золотов М.С. Крепление оборудования к готовым фундаментам. – Харьков: ХИИКС, 1982. – 58 с.

2.ГОСТ 24379-80*. Болты фундаментные. Общие технические условия. Конструкция и размеры.

3.Шутенко Л.Н., Золотов М.С., Клименко В.З. и др. Клеевые соединения древесины и бетона в строительстве. – К.: Будівельник, 1990. – 136 с.

4.Шутенко Л.Н., Золотов С.М., Гарбуз А.О. и др. Использование акриловых клеев для реконструкции и ремонта зданий и сооружений // Будівельні конструкції: Зб. наук. праць. Вип. 54. – К.:НДІБК, 2000. – С. 810 – 814.

5.Шутенко Л.Н., Золотов М.С. Крепление башенных сооружений к фундаментам анкерными болтами и арматурными стержнями на акриловых клеях // Будівельні конструкції, будівлі та споруди: Зб. наук. праць. Вип.5. – Макіївка: ДонДАБА, 2001. – С.176-178.

6. Золотов С.М., Гарбуз А.О. Акриловые клеи повышенной адгезионной прочности и термостойкости // Тез. докл. международной науч.-практ. конф. «Проблемы и перспективы ресурсосбережения в жилищно-коммунальном хозяйстве». – Харьков: ХГАГХ, 1995. – С.17-19.

7. Золотов С.М. Акриловые клеи для крепления анкерами башенных сооружений // Будівельні конструкції, будівлі та споруди: Зб. наук. праць. – Мажівка: ДонДАБА, 2001. – Вип.5. – С.179-182.

8. Shutenko L., Zolotov M., Pham Minh Ha. Reinforcement of grooved steel in concrete by acrylic glue // Construction. № 11. – Hanoi, 2000. – P.10-12.

9. Золотов С.М. Влияние модификаторов на адгезионные свойства акриловых клеев // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Зб. наук. праць. Вип. 9. – Рівне: УДУВГПК, 2003. – С.54-60.

10. Золотов С.М. Акриловые клеи для усиления, восстановления и ремонта бетонных и железобетонных конструкций // Будівельні конструкції: Зб. наук. праць. Вип.59. – К.: НДІБК, 2003. – С. 440-447.

11. Zolotov S. Adhesive on the Basis of Acrylic Compound to Join Concrete and Reinforced Concrete Elements // Science, Education and Society: 11 International Scientific Conference University of Zilina. Slovak Republic, part I, 2003. – P.323-325.

12. Молодченко Г.А., Скляр В.А. Кратковременная прочность анкерных болтов на модифицированных акриловых клеях // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вип.25. – К.: Техніка, 2000. – С.103-111.

13. Молодченко Г.А., Скляр В.А. Длительная прочность анкерных болтов на модифицированных акриловых клеях // Ресурсозберігаючі матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Зб. наук. праць. Вип.5. – Рівне, 2000. – С.75-81.

14. Рекомендации по закреплению анкерных болтов в бетонных конструкциях на акриловых клеях. – Харьков: ХНАГХ, 2002. – 23 с.

Получено 24.11.2004

УДК 691.3 : 620.197.6

Л.В.ГАПОНОВА, З.Р.БОЛКВАДЗЕ

Харьковская национальная академия городского хозяйства

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА УСАДКУ ПОКРЫТИЙ ПОЛОВ ИЗ АКРИЛОВЫХ ПОЛИМЕРРАСТВОРОВ

Из обзора современных способов применения монолитных покрытий следует, что применение композиций на основе различных составов растворов полимеров в качестве покрытия дает существенные преимущества.

Устройство промышленных полов выполняется при строительстве многих сооружений: заводских цехов, стоянок для транспорта, складских помещений, механических и инструментальных мастерских, торговых и выставочных залов [1-3]. Кроме этого подобные полы используются и под открытым небом. Применение акрилового компаунда для устройства наливных покрытий полов обосновано его прочностными свойствами, малокомпонентностью, простотой приготовления, возможностью быстрого отверждения при низких температурах, стой-